Информация и ее свойства.

Информация – это **сведения** об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии,

которые уменьшают имеющуюся степень неопределенности знаний об эти объектах и явлениях.

В основе информации лежат данные.

Данные – это зарегистрированные сообщения или сигналы, которые по каким-либо причинам не используются, а только хранятся. В том случае, когда появляется возможность использовать эти данные для уменьшения неопределенности знаний о чем-либо, данные превращаются в информацию.

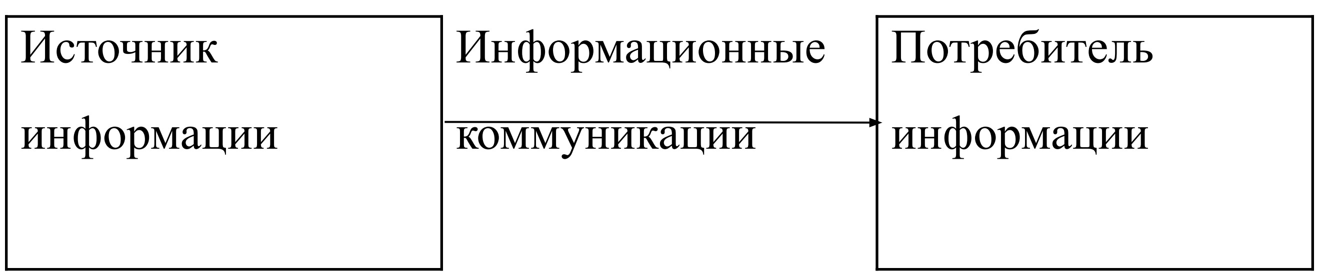
Пример.

Номера телефонов, записанные на листе – это просто набор чисел, данные. Если снабдить эти данные фамилией абонента, то эти данные превращаются в информацию, т.к. они показывают владельцев телефонов.

Источниками информации являются объекты или явления, порождающие различные сигналы.

Потребителями информации являются различные процессы или объекты.

Пути и процессы, обеспечивающие передачу информации от источника к потребителю, называются **информационными коммуникациями**.



Действия с информацией

Действия с информацией выполняются путем операций над данными, которые являются носителем информации.

Основные операции над данными:

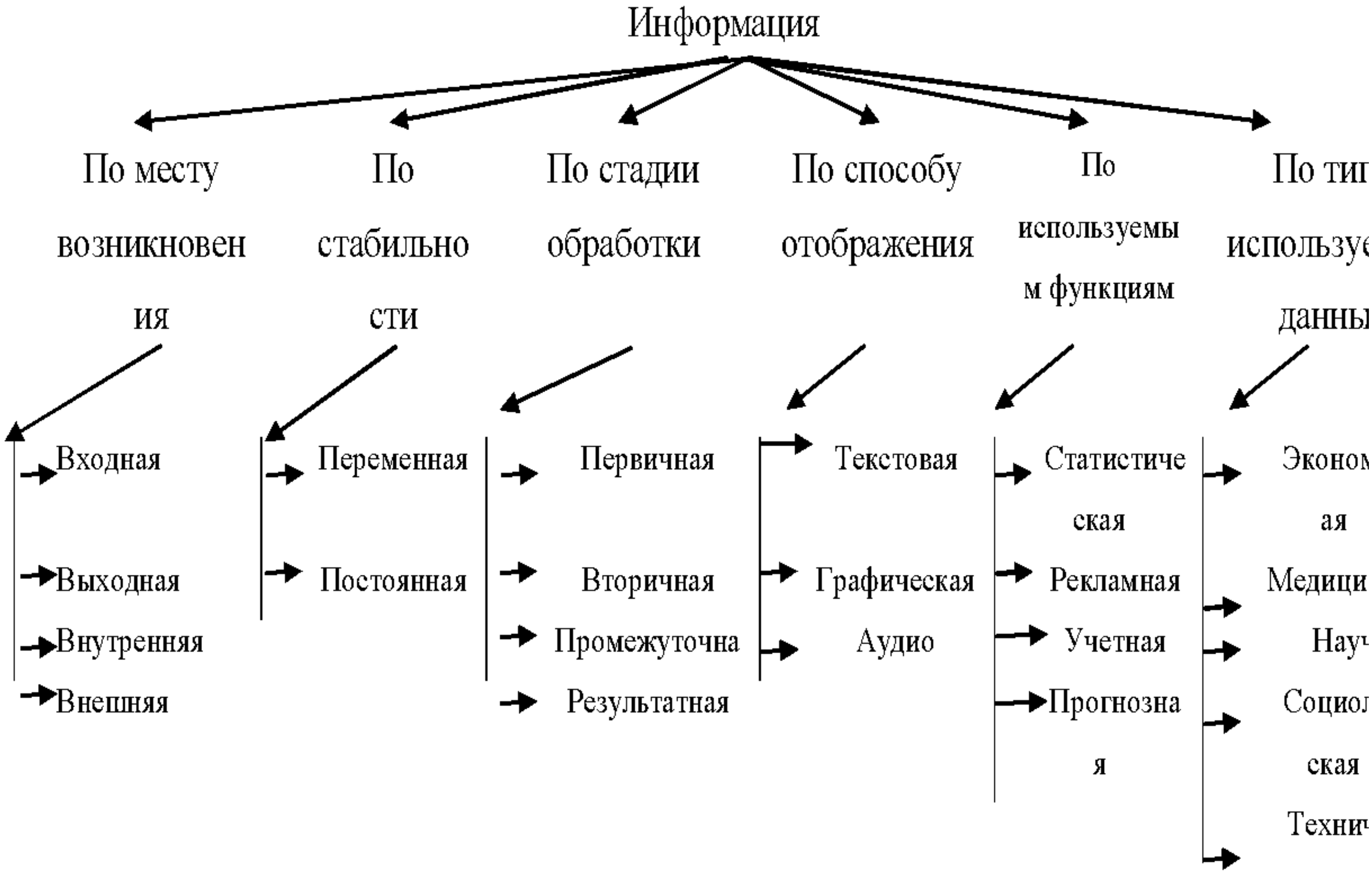
1. Создание 2. Хранение

3. Обработка 4. Поиск

5. Копирование 6. Передача 7. Прием 8.Разрушение

Разработка технологий выполнения этих операций – одна из важнейших задач информатики.

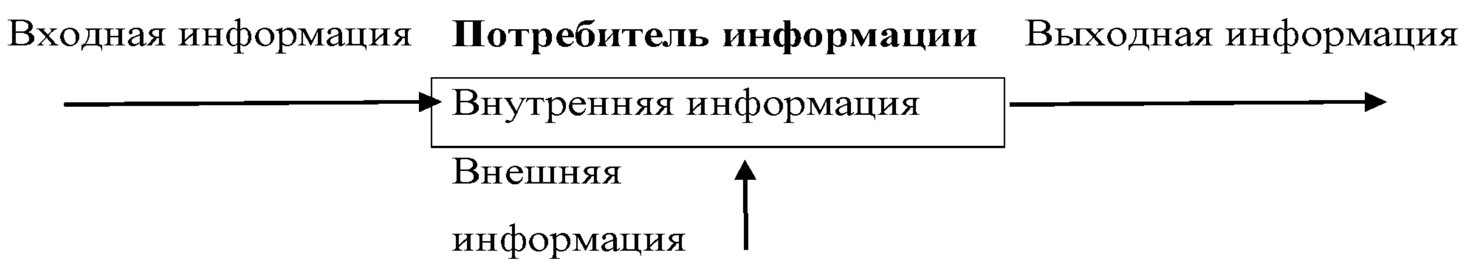
Классификация информации.



Входная информация – это информация, которую потребитель информации получает для обработки.

Выходная информация – это информация, которую потребитель информации выдает во внешнюю среду после обработки. Выходная информация одного потребителя может служить входной для других потребителей.

Внутренняя информация возникает внутри потребителя, **внешняя** – за его пределами.



Переменная информация – это информация, которая меняется с определенной периодичностью.

Постоянная информация – это информация, остающаяся неизменной некоторый достаточно длительный период времени

Первичная информация – это информация, которая существует перед началом обработки.

Вторичная информация является результатом обработки первичной информации.

Промежуточная информация – это вторичная информация, которая используется для дальнейших расчетов.

Результатная информация – это вторичная информация, которая в дальнейших расчетах не используется.

Текстовая информация – совокупность алфавитных, цифровых и специальных знаков, с помощью которых информация представляется на носителях информации (например, бумаге).

Графическая информация – это различного рода графики, схемы, рисунки и т.п.

Звуковая информация – это набор звуков, воспринимаемых человеком или техническим устройством.

Классификация по **используемым функциям** зависит от применения информации в конкретных областях. В социологии и менеджменте, например, широко используется социологическая информация, рекламная, прогнозная и др.

По типу используемых данных информация делится в зависимости от конкретной области, в которой данные возникают и используются. Например, **социологическая информация** – это совокупность сведений, отражающих социальные процессы и служащих для управления этими процессами и коллективами людей в социальной сфере.

Возможны и другие способы классификации. Например, по способу обработки техническими устройствами информацию можно разделить на цифровую и аналоговую. Цифровая информация обрабатывается как дискретная последовательность сигналов, а аналоговая – как непрерывный сигнал.

Свойства информации.

Объективность информации означает отсутствие субъективных факторов в процессе получения и обработки информации. Данное свойство характеризует независимость информации от чьего-либо мнения или сознания. Объективную информацию можно получить с помощью каких-либо измерений (например, точными приборами).

Например, информация о том, что автомобиль ехал быстро, не всегда объективна. Информация о том, что автомобиль ехал со скоростью 150 км/ч объективна, если она получена с помощью исправной камеры фиксации скоростного режима.

Полнота информации определяет достаточность данных для принятия решений или создания новых данных на основе уже имеющихся. О полноте информации можно говорить, когда какая-либо дополнительная информация об объекте будет уже избыточна.

Неполная информация может привести к ошибочным выводам и действиям. Например, сообщение «Температура на улице 10 градусов» без уточнения «тепла» или «мороза» может привести к неправильному выбору человеком верхней одежды.

Достоверность информации характеризует то, как информация отражает истинное положение дел, степень доверия, с которой потребитель информации ее воспринимает. Достоверность информации носит статистический характер и оценивается в определенной шкале. Недостоверная информация может привести к неправильным решениям. Например, недостоверная информация в рекламе может привести к ошибкам при покупке товара.

Достоверная информация со временем может стать недостоверной, так как она может устаревать и не отражать истинное положение дел. Достоверность информации зависит от достоверности источника информации (полностью надёжный, чаще всего надёжный, довольно надёжный и так далее до совершенно ненадёжного и того, чей статус не определён).

Точность информации определяет степень близости получаемой информации к реальному состоянию объекта, процесса, явления. Например, десятичное число может быть записано с точностью до трех десятичных знаков. В этом случае можно оценить максимально возможную ошибку при использовании этого числа (чем отличается от достоверности? Может ли информация быть достоверной, но неточной?)

Адекватность информации – это определенный уровень соответствия создаваемого с помощью полученной информации образа реальному объекту (чем отличается от достоверности?, может ли быть информация достоверной, но не адекватной?; чем отличается от объективности?).

Доступность информации – мера возможности получить ту или иную информацию в приемлемое время в необходимом виде. Например, секретные документы, хранящиеся в архиве, невозможно получить людям, которым доступ к таким архивам запрещен. В этом случае информация является недоступной.

Актуальность (своевременность) информации – это степень соответствия информации текущему моменту времени, вовремя полученная информация. Например, телеграмма о приезде друзей, полученная своевременно, позволит вовремя их встретить.

Измерение информации.

1. **Объем данных Vд информации**. Измеряется в количестве символов, входящих в данные.

Объем данных в ВТ измеряется в **битах**. **Бит** – это один символ алфавита, состоящего из двух символов – 0 или 1.

Восемь битов образуют 1б (один **байт**) . Таким образом, байт – это символ алфавита из 256 символов (почему?).

Более крупные единицы измерения объемов данных:

1 Кб (килобайт)=1024 б=2^{10} байт,

1Мб (Мегабайт)=1024 Кб=2^{20} байт,

1Гб (гигабайт)=1024 Мб =2^{30} байт,

1Тб (терабайт)=1024 Гб=2^{40} байт,

1Пб (петабайт)=1024 Тб=2^{50} байт.

Количество информации.

- Количество информации характеризует степень снижения неопределенности знаний об объекте или событии.

- Неопределенность знаний характеризуется количеством возможных состояния объекта (возможных результатов некоторого события, например, бросания монеты или кубика)

$H(\alpha)$ – исходная неопределенность знаний об объекте (событии) α .

$H_\beta(\alpha)$ – неопределенность знаний об объекте (событии) после прихода сообщения β

$I_\beta(\alpha)$ - количество информации, которое содержится в сообщении β

$$I_\beta(\alpha)=H(\alpha)-H_\beta(\alpha)$$

Частные случаи

1. Если $H(\alpha)=H_\beta(\alpha)$, то $I_\beta(\alpha)=0$ – β является тривиальным сообщением, не несущим информации.
2. Если $H_\beta(\alpha)=0$, то $I_\beta(\alpha)=H(\alpha)$, т.е. количество информации в сообщении β равно исходной неопределенности состояния объекта.

Понятие вероятности события

Вероятность – это мера возможности наступления некоторого события.

Пусть система может находиться в одном из N состояний, например, пусть существует N различных возможных вариантов какого-либо действия.

Пусть m – количество состояний системы (результатов действия), которые приводят к появлению события A.

Тогда вероятность реализации события A равна

$$\mathbf{p=m/N}$$

Пример

Пусть подбрасываются 2 игральные кости. Какова вероятность, того, что выпадет 10 очков.

Общее количество вариантов 36, при этом 10 очков дают лишь следующие сочетания результатов бросания: 4+6, 5+5, 6+4, то есть существует 3 варианта, при которых реализуется искомое событие. Тогда вероятность этого события равна $p_{10}=3/36=1/12$.

Формула Хартли для равновероятных состояний системы

Пусть система может находиться в одном из N равновероятных состояний, тогда до прихода сообщения неопределенность знаний о ней равна (по Р.Хартли)

$$\mathbf{H(\alpha) = \log_2 N}$$

Пусть после прихода сообщения β количество неопределенных ситуаций уменьшилось и стало равно m. Тогда неопределенность знаний о системе после прихода сообщения стала равна

$$\mathbf{H_\beta(\alpha) = \log_2 m}$$

Отсюда количество информации в сообщении равно

$$I_\beta(\alpha) = H(\alpha) - H_\beta(\alpha) \text{ или}$$

$I_\beta(\alpha)=\mathbf{\log_2 N - \log_2 m = \log_2(N/m) = \log_2(1/p)}$**,** где **$p=m/N$** – вероятность реализации одной из оставшихся неопределенных ситуаций. Количество информации измеряется в битах.

Формула Хартли (вероятностный подход к измерению количества информации)

- Пусть имеется объект (система) α, который может находиться в одном из N состояний α_i, с вероятностью p_i , $i=1,2,..N$, $\sum_{i=1}^{N} p_i = 1$.

Пусть пришло сообщение β о том, что система находится в состоянии i. Тогда количество информации в сообщении об i-ом состоянии системы равно

$$\mathbf{I_\beta(\alpha_i)=log_2(1/p_i)}$$ **– формула Хартли**

Важно. Чем менее вероятно состояние системы, тем больше информации несет сообщение, что система находится в этом состоянии.

В том случае, когда все состояния системы равновероятны, $p_i=1/N$ и

$$\mathbf{I_\beta(\alpha_i)=log_2(N)}$$

Пример 1.

В корзине лежат 16 белых и 8 черных шаров. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали черный шар?

Решение.

Общее количество шаров в корзине равно 24, вероятность выбора черного шара равна $p=8/24=1/3$.

Количество информации в сообщении о том, что из корзины достали черный шар равна

$I=\log_2(1/p)=\log_2 3=1,58$ (бит)

Пример 2.

В корзине лежат 16 белых и 8 черных шаров. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали черный шар?

Решение

Общее количество шаров в корзине равно 24 и количество возможных состояний системы, связанной с вытаскиванием шаров, равно 24 и исходная неопределенность $\mathbf{H(\alpha) = \log_2 24.}$

После прихода сообщения количество состояний системы уменьшилось до 8, поскольку стало известно, что из корзины достали черный шар (но неизвестно – какой!). Неопределенность системы стала равной $\mathbf{H_\beta(\alpha) = \log_2 8.}$

Отсюда количество информации в сообщении равно

$$\mathbf{I_\beta(\alpha) = \log_2 24 - \log_2 8 = \log_2(24/8) = \log_2(3) = 1{,}58}$$

(бит) – совпадает с примером 1.

Пример 3

В корзине лежат 16 шаров, все разного цвета. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали черный шар?

Решение.

Поскольку выбор каждого шара равновероятен, то

$$I=\log_2 16=4 \text{ (бита)}$$

Пример 4

В корзине лежат белые и черные шары. Среди них 18 черных шаров. Сообщение о том, что из корзины достали белый шар, несет 2 бита информации. Сколько всего в корзине шаров?

Решение.

Пусть $К_б$ – количество белых шаров в корзине. Тогда общее количество шаров в корзине равно $18+К_б$ и вероятность того, что из корзины достали белый шар, равна

$$P= К_б /(18+ К_б), \text{ и } 1/P= (18+ К_б)/ К_б$$

Количество информации в сообщении о том, что из корзины достали белый шар, равно по формуле Хартли

$$I=\log_2(1/P)=\log_2((18+ К_б)/ К_б)$$

По условию $I=2$. Замечая, что $\log_2 4=2$, имеем $(18+ К_б)/ К_б =4$.

Отсюда $К_б=6$, и общее количество шаров в корзине равно $18+6=24$.

Смысл формулы Хартли при вероятностном подходе к измерению количества информации

Пусть имеется **N** равнозначных предметов. Тогда количество информации, получаемое при равновероятном выборе **одного** предмета из **N** равнозначных, равно

$$\mathbf{I=\log_2 N.}$$

.

Формула К.Шеннона

- Пусть имеется объект (система) α, который может находиться в одном из N состояний с вероятностью p_i, i=1,2,…N, $\sum_{i=1}^{N} p_i = 1$.

Пусть приходит сообщение β о системе. Тогда количество информации

$$I_\beta(\alpha) = -\sum_{i=1}^{N} p_i \log_2(p_i)$$ **– формула Шеннона**

Если все состояния равновероятны, то $p_i=1/N$ и

$$I_\beta(\alpha) = -\sum_{i=1}^{N} \left(\frac{1}{N}\right) * \log_2(1/N) = -\log_2(1/N) = \log_2(N)$$

– совпадает с формулой Хартли для системы, которая может находиться в одном из N равновероятных состояний

Здесь также количество информации измеряется в битах.

Пример 5 (формула Шеннона)

В корзине лежат 16 белых и 8 черных шаров. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали шар?

Решение.

Общее количество шаров в корзине равно 24, вероятность достать белый шар равна p_1=16/24=2/3, вероятность достать черный шар равна p_2=8/24=1/3. Тогда

$I=-(2/3*\log_2(2/3)+1/3*\log_2(1/3))=(-2/3*(-0,585)+1/3*(-1,585))=0,918$ (бит)

Алфавитный подход к измерению информации

- Позволяет определить количество **информации**, заключенной в тексте, записанном с помощью символов некоторого **алфавита**.
- Применяется при определении количества информации, передаваемой по каналам связи, а также для оценки объемов информации на носителях данных.

Пусть имеется алфавит, использующий m символов для написания сообщений.

Лемма.

Число различных сообщений длины n, которые могут быть составлены из символов данного алфавита, равно $\mathbf{N=m^n}$.

Например, количество двоичных чисел (т.е.сообщений из алфавита из двух символов – 0 и 1) длины n равно $N=2^n$

Пусть пришло сообщение длиной n. Неопределенность системы перед приходом сообщения равна $\mathbf{H(\alpha)=log_2(m^n)}$.

Поскольку после прихода сообщения неопределенность о системе снимается (известно, какое конкретно пришло сообщение), то $\mathbf{H_\beta(\alpha)=0}$ и

$$\mathbf{I_\beta(\alpha)= H(\alpha)=log_2(m^n)=nlog_2(m).}$$

Если m=2, то $\mathbf{I_\beta(\alpha)=n}$, т.е. количество информации в двоичной последовательности равно длине

Пример

Пусть имеется последовательность длиной 8 бит из символов 0 и 1.

β=(11000110).

Здесь m=2, n=8, тогда $\mathbf{I_{\beta}(\alpha)=8}$ **бит**

Таким образом, количество информации в двоичной последовательности совпадает с объемом данных в этой последовательности.

Смысл формулы Хартли при алфавитном подходе к измерению количества информации

Если n=1, то $I=\log_2 m$.

Таким образом $I=\log_2 m$ - это то количество информации, которое несет в себе один символ алфавита из m символов

Очевидно, что $\log_2 2=1$ (бит).

Тогда 1 бит – это количество информации, которое несет в себе сообщение из 1 символа в алфавите из 2-х символов.

Пример 5.

Пусть имеются двухчашечные весы и пусть имеется N монет. Известно, что одна из этих монет легче других. Какое минимальное количество взвешиваний необходимо произвести, чтобы определить эту монету.

Решение.

Исходная неопределенность системы из N монет равна $H=\log_2 N$. При взвешивании на весах возможен один из трех вариантов: груз легче на левой чашке(+), груз легче на правой чашке (-), грузы на чашках равны (0). Тогда при k взвешиваниях количество вариантов результатов взвешиваний (т.е. количество различных цепочек из символов +,-,0) будет равно 3^k. Тогда неопределенность, которую можно снять при k измерениях, равна $H_1=\log_2 3^k$. Поскольку за k измерений исходная неопределенность должна быть снята, то $H_1>=H$, т.е.

$$\log_2 3^k >= \log_2 N \text{ или } 3^k >= N.$$

Отсюда $k>=\log_3 N$.

Пусть N=27. Тогда k>=3 и минимальное количество взвешиваний равно 3.

Задание. Придумать алгоритм, при котором за 3 взвешивания можно определить легкую монету.